NÚMEROS
Revista de Didáctica de las Matemáticas
http://www.sinewton.org/numeros
ISSN: 1887-1984
Volumen 80, julio de 2012, páginas 197-220

Matemáticas y deportes. Sugerencias para el aula

José María Sorando Muzás (Instituto de Enseñanza Secundaria Elaios. Zaragoza)

Resumen El deporte es un fenómeno social que atrae la atención del alumnado. Sus reglas, estrategias, movimientos, resultados y clasificaciones contienen muchos elementos matemáticos. En las diversas especialidades deportivas podemos encontrar variadas ocasiones para motivar a los estudiantes con situaciones que las matemáticas ayudan a comprender mejor. En este artículo se ofrecen 28 actividades y ejemplos en esa línea, desde 6.º de Primaria a 2.º de Bachillerato.

Palabras clave Deportes, recursos, didáctica, motivación, prensa, matemática cotidiana.

Abstract Sport is a social phenomenon which attracts pupils' attention. Rules, strategies, movements, results and rankings contain many mathematical elements. Across the sporting spectrum there are various occasions to motivate pupils whith situations which can be better understood with the help of mathematics. This article proposes 28 activities and examples in line with this principle suitable for pupils o all ages from 11 to 18.

Keywords Sports, resources, didactic methods, motivation, the press, everyday mathematics.

1. Introducción

Antes de una competición deportiva, a menudo oímos en los medios de comunicación a sus protagonistas referirse a la incertidumbre del desenlace diciendo que "el deporte no son matemáticas". Al expresarse así, identifican lo matemático con el determinismo, con unas leyes y pautas que hicieran predecible el resultado. Y, ciertamente, no existe la función de predicción que nos pueda asegurar fortuna en las quinielas.

Tampoco se pueden establecer en los deportes estructuras ni relaciones formales con propiedades universales. Cualquier aficionado sabe, aunque con otras palabras, que en el fútbol la relación "ganar a" no es transitiva. Por ejemplo: en la primera vuelta de la Liga de Fútbol 2010/11, el 11/09/10, el Club Hércules de Alicante ganó a domicilio al F.C. Barcelona (0–2); luego (30/10/10) el Real Madrid ganó también como visitante al Hércules (1–3); sin embargo, pese a esos precedentes cercanos, el 29/11/10 el Real Madrid caía como visitante ante el F.C. Barcelona (5–0).

Pero hay otras matemáticas que sí podemos encontrar en el deporte. El lenguaje matemático, a su manera, a veces es usado en contextos deportivos. Los terrenos y materiales de competición, así como los circuitos, son geométricos. Los pronósticos entran en el campo de la probabilidad. Las trayectorias y estrategias recurren a las gráficas y a los cálculos. La toma de decisiones en la competición, a veces casi instantánea, es una auténtica situación de resolución de problemas cuyas alternativas podemos estimar, analizar y discutir desde las matemáticas. Por último, los resultados son números que podemos interpretar; que a veces hay que aproximar; y con los cuales se calcula para hacer las clasificaciones. En los últimos años proliferan las investigaciones que crean modelos matemáticos[1] para optimizar aspectos del deporte.

Podemos incorporar esas situaciones, datos y problemas a la práctica diaria de aula. Con ello conseguiremos, por una parte cultivar la actitud analítica y el gusto por la precisión en los asuntos cotidianos; y, por otra, abrir las puertas de la clase de matemáticas a los mismos temas de actualidad que son conversación de recreo, trayendo datos auténticos y no preparados.

2. Usos y abusos matemáticos de la prensa deportiva

Buscando noticias matemáticas en la prensa digital, topé un día con este llamativo titular: “La prensa colombiana recalcó que las matemáticas son su única esperanza”[2]. Interpretando con mejor voluntad que entendimiento, pensé que se hablaba de un movimiento de regeneración nacional a través de la educación. Pero enseguida volví a la realidad. Bastó con seguir leyendo:

> El seleccionado de fútbol colombiano, que empató a un tanto como local con Chile, pende ahora de los demás, casi de un milagro más que del fútbol, para clasificar al Mundial de Alemania 2006, cuando falta una sola fecha de la eliminatoria. “Nos quedan las matemáticas”, dijo Mario Yepes compungido por el resultado.

La prensa deportiva se acuerda de las matemáticas en cada final de temporada, hablando de títulos, ascensos y descensos “matemáticos” y también, como hemos visto, en fases clasificatorias. Sus matemáticas son en esos casos tan sólo el cálculo de la diferencia entre los puntos de ventaja de unos equipos sobre otros y los puntos todavía en disputa; es decir, sumar y restar.

También en las crónicas deportivas, como en las económicas o políticas, se habla con frecuencia de unos curiosos puntos de inflexión, que nada tienen que ver con cambios de curvatura. Se usan como sinónimo de cambio, sin más. Por ejemplo: “Valentino Rossi espera que el circuito de Brno sea su particular punto de inflexión”[3] o “Aquilani cedido al Milán. ‘Es un punto de inflexión para mí’, dijo el centrocampista”[4].

Además de esos abusos de lenguaje, encontramos en la prensa deportiva otros malos usos matemáticos de variada índole. Hay gazapos notorios, como: “En el circuito de Fórmula 1 de Interlagos en Brasil es difícil correr mucho, porque la recta principal es en curva”[5] o “La distancia más corta entre dos puntos son los 100 m lisos”[6]. No faltan errores de cálculo, como luego veremos.

---

[1] Algunos ejemplos de modelización.-
Prevención de lesiones deportivas: http://www.agenciasinc.es/esl/Noticias/Un-nuevo-modelo-matematico-permite-predecir-lesiones-deportivas-a-partir-de-ecuaciones
Futuros récords del mundo:
http://catedu.es/matematicas_mundo/DEPORTES/deportes_records_mundo.htm
Carrera de Maratón: http://www.muyinteresante.es/matematicas-para-correr-la-maraton
Predicción de resultados en los JJ. Olímpicos:
http://www.20minutos.es/noticia/628332/0/matematicas/resultados/olimpiadas/

[2] Radio Cooperativa. Chile. 09/10/2005.

[3] Entrevista en www.motor21.com. 11/08/2011.

[4] En www.uefa.com, el 26/08/2011.

[5] Retransmisión de Fórmula I. Telecinco. 21/10/2006.

[6] Crónica del II Campeonato del Mundo de Atletismo. El País. 30/08/1987

También encontramos razonamientos desternillantes, basados en una lógica de Pero Grullo: "El corredor español va en última posición. Es la mejor para poder adelantar muchos puestos"[7].

Mucho más frecuente es el manejo de la enorme cantidad de datos que proporciona la Liga de Fútbol para enunciar supuestas correlaciones casi como leyes deterministas. Por ejemplo: "En los últimos 4 partidos en que, jugando fuera de casa, el equipo X ha marcado primero, luego ha ganado". ¿Por qué se habla de los últimos 4? Porque esa "pauta descubierta" ha durado 4 partidos, en el 5.º hacia atrás ya no se cumplía.

Es poco habitual que las crónicas nos informen acerca de los cálculos subyacentes a una estrategia de competición o de las curvas que dibujan en el aire los lanzamientos y los saltos. Por ejemplo: antes de cada intento, el saltador de pértiga, según sus características personales y las de la pértiga que usa, indica a los jueces a qué distancia quiere el listón con respecto al cajetín en que se inserta la pértiga, intentando que coincida sobre él el vértice de la parábola de su salto.

Aunque hay algunas excepciones. Con ocasión de los Mundiales de Natación de Shanghai'2011, en una entrevista a María José Bilbao, jueza internacional de natación sincronizada, leíamos (El País 18/07/11):

> **P.** ¿Los números son la base de la automatización?
>
> **R.** Toda la música está absolutamente contada y cada número tiene asignado un movimiento: sea una pausa, un movimiento de un brazo... lo que sea. La cuenta es de uno a ocho, salvo que la música, por el tipo de compás sea de uno a seis. Cuanto más pequeño el intervalo más posibilidades de incorporar movimientos. La manera de contar siempre es la misma y empleas movimientos realizados en uno o más tiempos. Ahí tienes la posibilidad de la velocidad.
>
> **P.** ¿Es impensable que una nadadora haga una rutina sin contar?
>
> **R.** Absolutamente. Es un ejercicio mental brutal. Este es un deporte que deja cabezas muy bien amuebladas. Siempre ha habido muy buenas estudiantes en este deporte porque ordena. Hay que pensar en tantas cosas a la vez que tienes que automatizarlas. La automatización viene con el número. Por eso se repasa el ejercicio en seco. Se repite montones de veces con la música y se hacen movimientos en seco para visualizarlo antes de nadarlo.
>
> **P.** ¿Al final se nada inconscientemente, sin pensar en nada?
>
> **R.** Inconscientemente no. Automáticamente sí. Lo que no necesitas pensar es qué me hace falta para hacer este movimiento porque todo está automatizado: desde el momento de respirar hondo para sumergirse. Las nadadoras solo deben concentrarse en su propio trabajo. Cada una sabe que en el *ocho* de aquella figura, por ejemplo, ella tiene que estar especialmente concentrada para lo que sea. Cada cual sabe dónde le duele y dónde tiene que estar atenta. Y para esto, los números sirven de mapa.

[7] Retransmisión de la Copa de Europa de Naciones de Atletismo. Años 90.

Los biomecánicos Xavier Aguado Jódar y José Luis López Elvira escribían en El País (23/12/09) acerca de "El efecto Cristiano", refiriéndose a su forma especial de lanzar las faltas alterando las parábolas con efectos desconcertantes para el portero rival:

> El gol con efecto que metió Cristiano en Marsella contra el Olympique, en la Liga de Campeones, es de esos tantos para recordar. El lanzamiento de falta se realizó a 35 metros de la portería y el balón abandonó la bota derecha del madridista con un ángulo de salida de 25 grados, girando en un eje inclinado y a una velocidad nada desdeñable (cercana a los 100 kilómetros por hora). Después vio debajo la barrera, pero, como llevaba 2,53 metros de altura, no tuvo problemas en franquearla. A partir de ahí, empezó a bajar rápidamente empujado por la fuerza del efecto. Igual que lo hacen las bolas del *drive liftado* de Rafael Nadal, tras pasar la red a más altura que el de los demás tenistas, para meterse después a tiempo dentro de la pista. El balón de Cristiano llegó a la portería cuando apenas habían transcurrido 1,44 segundos de vuelo, tras ser tocado por el portero francés, que lo elevó ligeramente. Aun así, llegó a 1,88 metros de altura. La velocidad media del balón durante el vuelo fue de 87 kilómetros por hora y se desvió lateralmente, gracias al efecto, algo más de tres metros de su trayectoria inicial. Ese balón nunca habría entrado en una atmósfera sin aire (hipotética), en la que el efecto dado por Cristiano habría seguido una típica trayectoria parabólica, en la misma dirección del lanzamiento y al llegar a la portería se encontraría varios metros por encima del travesaño.

Otras veces no hay esa precisión de datos, pero sí una admiración por el virtuosismo deportivo que se expresa intuyendo que debe haber matemáticas en él. No es algo riguroso, pero al menos se citan las matemáticas como paradigma de perfección, lo que para nuestros fines ya tiene un valor. Recientemente, en un artículo titulado "Messi y las matemáticas" (Diario Sport. 10/03/2011) se leía:

> El Doctor Ken Bray, de la Universidad de Bath, es el encargado de ensalzar esta particular tesis que defiende que las matemáticas y sus principios científicos son esenciales para alcanzar las más altas de las cotas del fútbol mundial. "El fútbol es un arte, pero también es una ciencia y cada jugador utiliza la geometría, la aerodinámica y la probabilidad de realizar cada acción en el mejor momento. La comprensión de los principios científicos y matemáticos podría valer su peso en oro si desea una carrera en el fútbol".

Y nada menos que Marcus Du Sautoy, catedrático de matemáticas en la Universidad de Oxford y divulgador de fama mundial declara (El País 04/04/2008):

> Un ataque del Arsenal es un rompecabezas geométrico en movimiento. Los jugadores corren en busca del gol trazando triangulaciones alrededor del balón. En cuestión de segundos, los rivales tienen que descifrar ese código e intuir dónde va a aparecer el siguiente triángulo.

Sean acertadas o no, rigurosas o superficiales, las apariciones de elementos matemáticos en los noticiarios y en la prensa deportiva, la de más tirada en este país, son ocasiones para su cita y crítica en el aula. Lo cual no precisa por nuestra parte una preparación ni un gran trabajo añadido. Basta con escuchar las noticias, ojear el periódico y estar abierto a tal posibilidad.

En los siguientes apartados se ofrecen 28 ejemplos de actividades que pueden ser llevados a la clase fácilmente. En algunos casos, la noticia que les da lugar sigue vigente; en otros, queda atrás en el tiempo, pero no así la situación subyacente que, con otros nombres, periódicamente es actualidad.

3. Terrenos y pistas

Actividad 1: Los ángulos del esquí. Deporte: Esquí.

Nivel: 4.º ESO. Tipo: Problema.

Contenidos: seno de un ángulo; crecimiento de la función seno en (0º , 90º) o función arco seno.

Las pruebas de esquí alpino se basan en la velocidad y la habilidad, con pruebas de descenso y slalom. El descenso se realiza en pistas con ángulos de inclinación entre 23º y 30º. El slalom se efectúa en pistas con un ángulo de inclinación mínimo de 30º y el recorrido está marcado con puertas o palos por donde ha de pasar el esquiador.

Se quiere organizar una prueba de esquí alpino en una ladera de 900 m de longitud con un desnivel de 510 m. ¿Qué tipo de prueba es posible organizar en esas condiciones?

Solución: El ángulo de inclinación media de la ladera es 34º 31’ 5”. Se puede organizar un slalom.

Figura 1

Actividad 2: Carrera de 400 m. Deporte: Atletismo.

Nivel: 6.º Primaria, 1.º y 2.º ESO. Tipo: Problema.

Contenidos: longitud de la circunferencia.

Fíjate en la salida de la carrera de 400 m (figura 1). Cada corredor sale desde una posición adelantada con respecto al que está a su izquierda. ¿Qué ocurre? ¿Es que hay favoritismo? Nada de eso. La razón tiene que ver con la geometría de la pista.

Figura 2

Una pista de atletismo estándar de 400 metros (figura 2) debe estar compuesta, en su parte interior, por dos rectas de 84,70 m. cada una y dos semicircunferencias con un radio de 36,70 m. La pista tiene 8 calles de 122 cm de anchura cada una. La meta está al final de una recta y las vueltas a la pista se dan en sentido contrario a las agujas del reloj.

En la prueba de 400 m. participan 8 corredores y cada corredor corre por una calle propia. Con los datos del párrafo anterior puedes calcular cuál es la compensación que se debe dar en la salida de los 400 m al corredor de la calle 2 con respecto al de la calle 1. ¿Y en las siguientes calles?

Solución: Cada compensación debe ser de 7,65 m, la misma en cada calle con respecto a la de su izquierda.

Actividad 3: Las pendientes del ciclismo. Deporte: Ciclismo.

Nivel: 4.º ESO. Tipo: Curiosidad y Problema.

Contenidos: Teorema de Pitágoras; pendiente, tangente y seno de un ángulo; aproximación y error.

La dureza de un puerto de montaña se mide con su pendiente, bien con la pendiente media, bien con la pendiente máxima. Si nos regimos por este último criterio, ¿cuáles son las mayores pendientes que en algún momento han debido subir los ciclistas profesionales? En el foro de ciclismo APM[8] se dan estos datos:

1.º Aia por Arizmendi (Vuelta al País Vasco) 28%
2.º Muur de Huy (Flecha Valona) 25%

[8] APM El Foro de los Puertos de Montaña:
http://apmforo.mforos.com/401701/8600776-rampas-maximas-en-profesionales/

3.º Plan de Corones (Giro de Italia) 24%
4.º Angliru (Vuelta a España) 23,7%
5.º Zoncolan (Giro de Italia) 22%
Koppenberg (Tour de Flandes) 22%
Kitbuheler Horn, Alpenhaus (Vuelta a Austria) 22%
Xorret de Catí (Vuelta a España) 22%
9.º Colletto del Moro (Giro de Italia) 21%
Montelupone (Giro de Italia) 21%
Aia por Arruti (Vuelta al País Vasco) 21%
12.º Mortirolo (Giro de Italia) 20%
Redondal (Vuelta a Castilla y León) 20%
Kapelmuur (Tour de Flandes) 20%

Resulta curiosa la presencia en esta lista de tres subidas en Flandes (Países Bajos), zona nada montañosa. Se trata de colinas, aunque pequeñas, con tramos muy empinados.

Al calcular la pendiente en un tramo (en el dibujo, tg α), sabemos que se debería dividir el incremento de altitud c entre el desplazamiento horizontal b. El incremento de altitud c se mide fácilmente con la ayuda de un altímetro preciso. Pero, ¿cómo medir b? ¿Se cava un túnel?...

Obviamente lo que se mide es lo único que nos es posible medir, el desplazamiento sobre la carretera a. Luego, se toma como valor aproximado de la pendiente el cociente c/a (sen α). En tal caso, ¿no estamos cometiendo un error importante al confundir en un triángulo rectángulo la hipotenusa a con el cateto mayor b y la tangente del ángulo de inclinación con su seno?

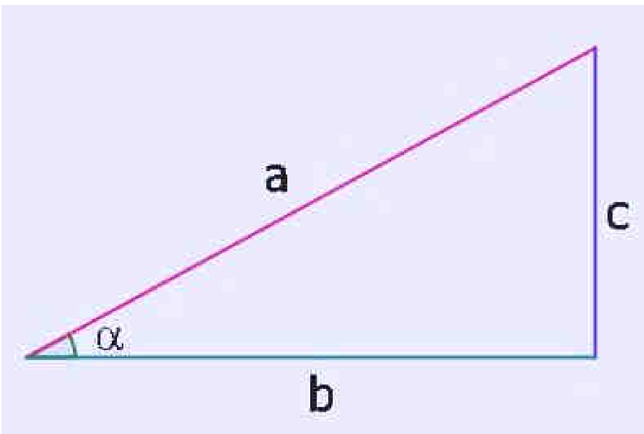

Figura 3

Calcula ese error en la pendiente en las condiciones más desfavorables: en las rampas del 28% del Puerto de Aiz. Decimos que son las condiciones más desfavorables no por lo costoso de subir, sino porque es donde más se separa la hipotenusa a del cateto b; en cualquier otra rampa de menor pendiente ambos segmentos estarán más próximos. Considera un tramo de 100 m.

Solución: la verdadera pendiente es en ese caso del 29%. Los errores son inferiores al 1% de pendiente.

Actividad 4: Subida del Tourmalet. Deporte: Ciclismo.
Nivel: 4.º ESO y 1.º Bachilleato. Tipo: Ejemplo introductorio de conceptos.
Contenidos: tasas de variación.

Una de las ascensiones más famosas del Tour de Francia es la del Col du Tourmalet (2.115 m.). Antes de la etapa los ciclistas estudian bien la gráfica de altimetría, donde se representan las cotas de altitud en cada punto kilométrico y, para cada kilómetro, la pendiente media de subida.

¿Qué medida es la que mejor puede expresar la dureza de un puerto de montaña? Podría serlo el desnivel total que se sube desde el comienzo de la ascensión hasta la cima (la llamaremos *tasa de variación*). En este caso, desde el km 0 al km 17: $TV_{0,17} = 2.115 - 847 = 1.268$ m.

Pero si dos puertos tuvieran el mismo desnivel total, ¿tendrían la misma dureza? No, porque sería más duro aquel que subiese ese desnivel en menos kilómetros; su pendiente media habría de ser mayor. Así que conviene conocer esa pendiente media, dividiendo o "repartiendo" todo el desnivel entre todos los kilómetros de la carretera (la llamaremos *tasa de variación media*). En este caso:

$TVM_{0,17} = 1.268 \text{ m} / 17 \text{ km} = 1.268 \text{ m} / 17.000 \text{ m} = 0{,}075 = 7{,}5\ \%$

Es decir, por término medio la pendiente es del 7,5 %. Pero un promedio es un "reparto ideal" que puede no corresponderse con la realidad en ningún momento. Tú puedes tener un 6 de nota media sin haber sacado 6 en ningún examen; de la misma forma, aunque la pendiente media del Tourmalet sea del 7,5%, tal vez en ningún tramo importante la pendiente sea exactamente esa.

Figura 4

La pendiente media nos informa así de la dureza global del puerto. Pero si un ciclista quiere saber dónde están las cuestas más fuertes, para dosificar su esfuerzo, tendrá que conocer la pendiente media en tramos más cortos. Por ejemplo, kilómetro a kilómetro.

Estudiemos la pendiente media entre el km 14 y el km 15:

$TVM_{14,15}$ = (1.951 m. – 1.869 m.) / 1.000 m. = 82 / 1.000 = 0,082 = 8,2%

Como se ve en la gráfica, hay kilómetros donde la pendiente media es del 2% y en otros llega al 10%. Acortar el intervalo (de los 23 km a sólo 1 km) permite precisar. Y aún más si calculamos la pendiente media en un tramo de 100 m. de carretera, o de 10 m., o de 1 m., o de… $h \to 0$. De hecho es conocida, por ejemplo, la pendiente que hay en la salida de cada curva; es decir, la pendiente en un tramo infinitesimal. Se le llama *tasa de variación instantánea o derivada.*

4. Materiales de competición

Actividad 5: Geometría del balón. Deporte: Fútbol.

Nivel: 2.º y 3.º ESO. Tipo: Ampliación y curiosidad.

Contenidos: poliedros regulares y arquimedianos; medidas de dispersión.

Esfericidad

Si te fijas en un balón de fútbol, observarás que no es una esfera sino un poliedro que, al ser hinchado con aire, adopta una forma bastante esférica. Se trata del icosaedro truncado, un poliedro así llamado por ser el que se obtiene cuando a un icosaedro le cortamos las 20 esquinas a distancias iguales de cada vértice (cada corte es de un tercio de la arista). Está formado por 20 hexágonos regulares y 12 pentágonos regulares; y tiene 90 aristas. Este poliedro ocupa un volumen del 86,74% de la esfera circunscrita (figura 5); porcentaje que aumenta hasta el 95% al ser inflado (figura 6).

Figura 5

Figura 6

Hay otro poliedro que permitiría conseguir balones más esféricos. Se trata del Rombicosidodecaedro (figura 7), cuyas caras son 20 triángulos equiláteros, 30 cuadrados y 12 pentágonos regulares; tiene 120 aristas y antes de ser inflado ya ocupa más el 94,5% de la esfera. Pero la industria no ha adoptado esta solución porque aumenta bastante la complejidad de la fabricación (120 costuras que coser, frente a las 90 del icosaedro truncado).

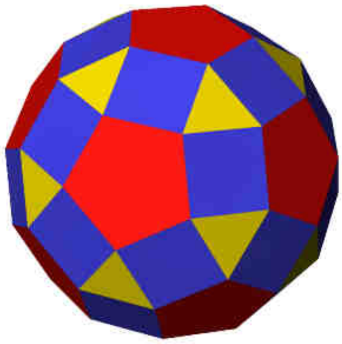

Figura 7

Figura 8

Ambos poliedros pertenecen a la clase de los llamados poliedros arquimedianos, cuyas caras son polígonos regulares de dos o más tipos diferentes, a diferencia de los poliedros regulares, formados por polígonos regulares todos iguales entre sí. Además, en ambos tipos de poliedros, en cada vértice concurre el mismo número y tipo de caras en el mismo orden.

Control de calidad y dispersión estadística

Un balón de fútbol será mejor cuanto más próximo esté a ser una esfera perfecta. En ese caso, tendrá más equilibrio en su trayectoria y permitirá a los futbolistas mayor precisión en los pases y tiros. La revista Consumer – Eroski (n.º 123, julio-agosto 2008) nos explica cómo se controla la calidad de los balones:

> Para determinar la esfericidad de un balón se hincha y se mide su diámetro en 16 puntos diferentes para calcular el diámetro medio. Después, se calcula la diferencia entre el diámetro máximo y el mínimo. Así, el número que se obtiene es la diferencia en porcentaje entre el diámetro máximo y mínimo sobre el diámetro medio. A los balones oficiales para las competiciones de la FIFA se les exige que no superen el 2%. Umbro, con un 2,2%, no es lo suficientemente redondo. Matt (2%) y Joma (1,9%) mostraron valores de esfericidad aceptables, pero elevados. Las esferas mas perfectas fueron las de Astore (1,3% de esfericidad) y Diadora (1,3%).

Observa que, para valorar la esfericidad de los balones, la FIFA está midiendo la dispersión estadística de 16 medidas y calcula su media aritmética. Al restar de la mayor medida la menor, calcula lo que en Estadística llamamos el rango de esa distribución de datos. Luego valora ese rango como porcentaje sobre la media. Es una forma propia de medir la dispersión, no coincidente con los métodos habituales (desviación media y desviación típica), pero perfectamente válida.

Jabulani, ¿el balón perfecto?

Para el Mundial de Sudáfrica 2010 se encargó a la Universidad británica de Loughborough el diseño del balón más perfecto posible. Se tardó 3 años en diseñar Jabulani (imagen 6), cuyo nombre significa “celebración” en zulú. Una de las principales diferencias con respecto a los balones tradicionales, es que Jabulani es una bola formada por 8 piezas tridimensionales curvas que se unen entre sí en caliente. No es un poliedro, sino que ya es esférico antes de ser inflado.

Y sin embargo, durante el Mundial ese balón recibió muchas críticas. Famosos lanzadores de faltas lo enviaban a las gradas y buenos porteros no lograban atraparlo (“hubiera preferido jugar con una pelota de playa", dijo Julio César, portero de Brasil). Estudios posteriores del ingeniero Takeshi Asai, de la Universidad de Tsukuba en Japón en un túnel de viento, han revelado que la razón de su comportamiento impredecible es precisamente consecuencia de no ser un poliedro: no tiene aristas, es decir, no tiene costuras. Parece ser que las costuras son pequeños surcos que crean turbulencias, microcorrientes de aire que estabilizan el balón en su vuelo. Sin ellos, aumenta su velocidad un 5% y su trayectoria es más inestable[9].

Actividad 6: Piel de tiburón. Deporte: Natación.

Nivel: 6.º Primaria, 1.º y 2.º ESO. Tipo: Problema.

Contenidos: porcentajes; proporcionalidad directa; sistema sexagesimal.

El 28/07/2009 se leía en la prensa esta noticia del Mundial de Natación de Roma 2009:

> Michael Phelps no usó su bañador tecnológico. El multicampeón olímpico en Beijing 2008 perdió la medalla de oro y el récord mundial en los 200 metros libres ante el alemán Paul Biedemann, quien usó un traje de poliuretano.

Y un año más tarde:

> El 2010 pone fin a los bañadores de alta tecnología que lucían muchos nadadores. Estos bañadores que aumentaban la flotabilidad y velocidad, dejarán de usarse porque para muchos era un dopaje tecnológico.

¿En qué consistían esos "bañadores prodigiosos"? Eran bañadores de cuerpo entero fabricados con un tejido especial que disminuye la resistencia al agua y mejora la compresión de los músculos al nadar. A ese tejido se le llama *"piel de tiburón"* porque la imita[10]. Se estima que, gracias a esos bañadores, los tiempos de los nadadores mejoraban en un 2%.

Nadia tiene un tiempo de 1:03.45 en los 100 m libres. ¿Qué tiempo podría hacer con uno de esos bañadores de alta tecnología?

Solución: Podría hacer un tiempo de 1:02.18.

Actividad 7: Jueces de Halterofilia. Deporte: Halterofilia.

Nivel: Bachillerato. Tipo: Problemas.

Contenidos: Álgebra de Boole; probabilidades de los sucesos unión e intersección.

En una competición de halterofilia hay tres jueces: A, B y C. Cada uno de ellos dispone de un botón o pulsador independiente y oculto a los demás. Si en opinión de un juez el levantador ha alzado el peso manteniéndolo inmóvil sobre su cabeza, con brazos y piernas extendidos, entonces pulsa su botón. Cuando dos o los tres jueces han pulsado su botón, se enciende la luz blanca de "peso superado".

---

[9] Más sobre Jabulani en: http://veja.abril.com.br/230610/popup_jabulani.html
http://news.suite101.net/article.cfm/jabulani-el-balon-estrella-del-mundial-de-sudfrica-a19251
http://www.foxnews.com/scitech/2010/06/09/world-cup-ball-soccer-jabulani/
[10] Sobre los bañadores de piel de tiburón:
http://mediablog.eitb24.com/periodismociudadano/tag/banadores/
http://lilip-fisica.blogspot.com/2008/08/la-fsica-de-los-juegos-olmpicos.html

a) Se necesita un circuito eléctrico que conecte los tres botones A, B y C con la luz y que se encienda de acuerdo con la norma anterior. El esquema lógico de dicho circuito se corresponde con el suceso “2 ó 3 jueces pulsan su botón”. Utiliza el Álgebra de Sucesos y sus propiedades para expresarlo de la forma más simplificada posible.
b) La probabilidad de que un juez falle en su apreciación es del 10%. ¿Cuál es la probabilidad de que el veredicto final sobre un levantamiento sea erróneo?

Soluciones:
a) $(A \cap B \cap C) \cup (A \cap B \cap C^c) \cup (A \cap B^c \cap C) \cup (A^c \cap B \cap C) = (A \cap B) \cup [(A \cup B) \cap C]$
b) P (2 fallos U 3 fallos) = 0, 028

5. El azar y el deporte

El último problema de la Actividad 7 nos adentra en lo azaroso del deporte, cuyos resultados están sometidos a factores imprevistos, a genialidades y a fallos. Por lo general, la Ley de Estabilidad de la Frecuencias no es aplicable al cálculo de probabilidades de resultados, pues no se cumple el requisito de que las pruebas hayan sido realizadas en las mismas condiciones. Por ejemplo: la frecuencia relativa de empates en los enfrentamientos entre dos equipos, aunque se refiera a muchas temporadas, no nos sirve para inferir la probabilidad de empate en el próximo partido entre ambos. Aquellos enfrentamientos se produjeron entre equipos formados por distintos jugadores, con distintos entrenadores, incluso con balones diferentes.

Pero hay otras situaciones como son las apuestas, hoy tan en boga, o los sucesos excepcionales, donde el análisis probabilista nos aporta luz.

Actividad 8: Semifinal de Champions. Deporte: Fútbol.
Nivel: 4.º ESO y Bachillerato. Tipo: Problema.
Contenidos: probabilidades de los sucesos intersección.

El 18/03/2011, la noticia deportiva del día era el resultado del sorteo para cuartos de final, semifinales y final de la Champions League 2011. El F.C. Barcelona se iba a enfrentar al Shakhtar Donetz ucraniano y el Real Madrid al Tottenham inglés. Si ambos superaban sus eliminatorias, se encontrarían en semifinales. Esta posibilidad, luego cumplida, hizo correr ríos de tinta en la prensa y prodigó los comentarios en las radios deportivas, poniendo en evidencia el pobre uso que de la probabilidad (conceptos y términos) hace una buena parte de la población, en este caso con acceso a los micrófonos. En la Cadena Ser, un conocido experto en fútbol internacional comentaba que según las casas de apuestas, las probabilidades de victoria en cuartos de final eran éstas:

F.C. Barcelona 70% - Shakhtar Donetz 30%
Real Madrid 65% - Tottenhan 35%

Y añadía:

> Así que hay una probabilidad del 67,5% de que tengamos un Barça - Madrid en las semifinales.

Analiza ese “razonamiento matemático”.

Solución: esa probabilidad en realidad era del 45,5%.

Actividad 9: El partido interminable. Deporte: Tenis.

Nivel: 2.º Bachillerato. Tipo: Problema.

Contenidos: permutaciones con repetición; probabilidades de los sucesos unión e intersección.

El 22/06/2010 se disputaba el partido de primera ronda de Wimbledon en la pista 18 de *All England Club* entre John Isner (número 19 del mundo, norteamericano) y Nicolas Mahut (número 148, francés). Se jugaron cuatro sets: el primero para Isner por 6-4, el segundo y el tercero para Mahut por 6-3 y 7-6, el cuarto para Isner por 7-6. Fueron 2 horas y 49 minutos, pero faltaba el decisivo quinto set, que se aplazaba para el miércoles por falta de luz.

Ese quinto set fue el más largo de la historia del tenis. Tras 7 horas y 5 minutos, el marcador estaba en 59-59. Ninguno de los dos daba su brazo a torcer. Así que de nuevo el partido fue aplazado por falta de luz hasta el día siguiente.

El partido interminable acabó finalizando tras otra hora y 9 minutos. Más de 8 horas duró el eterno quinto set (11 h 3 min el partido), llegando a un marcador final de 70-68, algo inimaginable. Ganó el norteamericano Isner, pero, aunque el partido sólo fuera primera ronda del torneo y más allá de quién lo ganó, ambos jugadores han entrado en la historia deportiva. Un 70-68 era algo impensable. Un partido histórico donde los haya que permanecerá durante décadas en la memoria de los aficionados y en las estadísticas del deporte de la raqueta.

Estudiemos matemáticamente la excepcionalidad de ese resultado. Si consideramos que cada jugador tiene probabilidad 1/2 de ganar cada juego, ¿cuál es la probabilidad de que un set llegue al marcador 70-68?

Solución[11]: $P = 6{,}67 \cdot 10^{-21}$, es decir 6,67 miltrillonésimas

6. En competición

Las estrategias, los ritmos, las trayectorias y ángulos óptimos, han sido preparados en largos entrenamientos. El objetivo es la mecanización del gesto y el control del esfuerzo sin fallos en el momento decisivo, en la competición.

Actividad 10: Falta personal.[12] Deporte: Baloncesto.

Nivel: 6.º Primaria, 1.º y 2.º ESO. Tipo: Problema.

Contenidos: porcentajes.

En la fase final de un partido de baloncesto, si un equipo va perdiendo por pocos puntos tiene que evitar que el equipo contrario ralentice el juego para perder tiempo. Para eso, cuando tenga la pelota el otro equipo, les van a hacer faltas personales y en la posterior posesión de balón intentarán los tiros de tres puntos. El jugador contrario que reciba esa falta personal lanzará tiros libres y, claro está, interesa que los falle. Ésta es la estadística de tiros libres de los jugadores del otro equipo en esta temporada:

[11] La solución está detallada en: http://catedu.es/matematicas_mundo/DEPORTES/tenis_record.htm

[12] Sorando, J.M: *Proporcionalidad y porcentajes*, en Unidades didácticas. Educación Secundaria Obligatoria. Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón. Zaragoza 2010, pp.287 a 330.

Jugador	tiros libres	aciertos
Diego	80	62
Luis	42	22
Carlos	28	15
Alfonso	56	38
Juan	15	12

¿A quiénes y con qué prioridad conviene hacerles falta?

Solución: conviene hacer las faltas a Luis (52,38% de efectividad) y a Carlos (53,57%), antes que a sus compañeros, que tienen mejores porcentajes.

Actividad 11: Récord de la hora. Deporte: Ciclismo.

Nivel: 3.º ESO. Tipo: Problema.

Contenidos: proporcionalidad; regla de tres; sistema sexagesimal; ecuaciones de primer grado.

En el ciclismo en pista la plusmarca de mayor prestigio es el Récord de la Hora. En 2005, el checo Andrei Sosenka estableció el actual Récord Masculino, dejándolo en 49,700 km. El Récord Femenino lo posee la holandesa Leontien Van Moorsel con 46,065 km. Burdeos (Francia) ha sido escenario de muchos intentos de récord gracias a la magnífica pista de madera de su velódromo, con una vuelta de 250 m.

Supongamos que somos el entrenador de un ciclista que va a intentar en Burdeos mejorar en 50 metros el Récord de la Hora. Para conseguirlo es fundamental hacer cálculos: hay que saber cuál es el ritmo de paso al que ajustarse en cada vuelta. Calcúlalo tú, fijando con precisión ritmos y números de vueltas en cada uno de estos supuestos tácticos:

a) El ciclista debe ir al mismo ritmo uniforme en cada vuelta.
b) El ciclista repartirá su esfuerzo en dos tramos de 30 minutos: saldrá rápido, para asegurar el tiempo, y en el segundo tramo tiene prevista una pérdida del 5% de velocidad.
c) El ciclista repartirá su esfuerzo en tres tramos de 20 minutos: saldrá rápido, para asegurar el tiempo; en el segundo tramo buscará soltura y relajación, lo cual le supondrá una pérdida del 8% de velocidad; y en el tercer tramo irá a por todas, teniendo prevista una velocidad sólo inferior en un 4% a la del primer tramo.
d) El ciclista seguirá las mismas pautas del caso c) salvo que el primer y el tercer tramo serán de 25 minutos y el segundo tramo sólo de 10 minutos.

Soluciones:
a) cada vuelta a 18,09 segundos.
b) en los primeros 30 min de carrera (102 vueltas), cada vuelta a 17,64 s; en el resto (97 vueltas), a 18,57 s.
c) en los primeros 20 min de carrera (69 vueltas), cada vuelta a 17,37 s; en los siguientes 20 min (64 vueltas), a 18,88 s; en el resto, a 18,09 s.
d) en los primeros 25 min de carrera (85 vueltas), cada vuelta a 17,55 s; en los siguientes 10 min (31 vueltas), a 19,07 s; en el resto, a 18,28 s.

Actividad 12: Ángulo de tiro. Deporte: Fútbol.

Nivel: 1.º y 2.º ESO. Tipo: Problema.

Contenidos: ángulo inscrito y su medida.

Frecuentemente, en retransmisiones de fútbol, oímos expresiones como: *"…el jugador chutó a puerta sin apenas ángulo de tiro…"*, expresión no siempre correcta, como vas a ver. Observa en la figura 9 las situaciones de los jugadores P_1, P_2 y P_3.

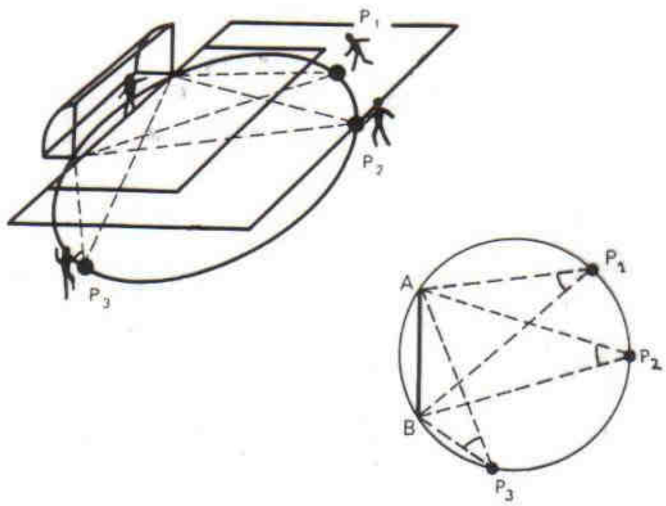

Figura 9

Piensa... por su posición respecto de la circunferencia, ¿de qué tipo son estos tres ángulos? y ¿cómo se miden?

Si has respondido a las dos cuestiones anteriores, ya tendrás claras estas otras: ¿Cuál de los tres futbolistas dispone de mayor ángulo de tiro? ¿Por qué?

Pero todos sabemos que en la posición P_3 es más difícil conseguir gol que en las otras dos. Entonces, esa dificultad ¿se debe al ángulo? ¿Cómo la explicarías geométricamente?

Solución: Se trata de ángulos inscritos en una misma circunferencia que abarcan el mismo arco, luego sus medidas son iguales. Pero en P_3 el portero cubre mejor las trayectorias que conducen el balón a puerta.

<u>Actividad 13</u>: Ultramaratón. <u>Deporte</u>: Atletismo.

<u>Nivel</u>: 1.º y 2.º ESO. <u>Tipo</u>: Problema.

<u>Contenidos</u>: proporcionalidad; regla de tres; sistema sexagesimal.

Las pruebas de Ultramaratón se disputan sobre distancias de 100 km y más. El Récord del Mundo masculino de 100 km está en posesión del japonés Takahiro Sunada con 6 h 13 min 12 s logrados en 1998; y el femenino es de la también japonesa Tomoe Abe con 6 h 33 min 11 s logrados en 2000.

En estas pruebas es fundamental mantener un mismo ritmo de principio a fin; cualquier cambio de ritmo sería un gasto físico innecesario que luego pasaría factura. ¿A qué ritmo (tiempo por km) se consiguió el récord de 100 km? ¿A qué velocidad (km por hora)?

Soluciones: A 3 min 43,92 s/km; o, lo que es lo mismo, a 16,077 km/h.

Actividad 14: Parábolas en deporte. Deporte: Varios.
Nivel: 4.º ESO. Tipo: Ampliación y curiosidad.
Contenidos: función cuadrática; parábola.

El jugador de baloncesto de la NBA Michael Jordan fue famoso por sus “vuelos” a canasta donde parecía que conseguía estar “suspendido” en el aire más tiempo que nadie. Su secreto era saber utilizar una gran velocidad inicial y unos movimientos del cuerpo que le permitían trazar una parábola muy alargada, de manera que gran parte de su trayectoria estaba próxima a la altura del vértice, subiendo y bajando, pero no “suspendido”.

El jugador de baloncesto, como cualquier saltador, está sometido a las leyes del tiro parabólico. Los saltadores (sean de altura, de longitud, con pértiga, o un futbolista en un remate de cabeza, etc.) son “proyectiles humanos” con una componente horizontal uniforme y una vertical uniformemente acelerada, bajo la acción de la gravedad terrestre. Lo mismo ocurre con los objetos que se lanzan: balones, pelotas de tenis, peso, disco, jabalina, martillo, etc.

Galileo llegó a la conclusión de que, si la posición de cada punto de la trayectoria de un proyectil viene dada por un par de coordenadas (x, y), dicha trayectoria, despreciando la resistencia del aire, es una parábola con esta ecuación:

$$y = -g \cdot (1 + \mathrm{tg}^2\, \alpha) \cdot x^2 / 2 \cdot v^2 + x \cdot \mathrm{tg}\, \alpha$$

siendo g la constante gravitatoria (9,8 m/s^2), v la velocidad inicial y α el ángulo de inclinación del tiro.

A partir de la expresión anterior se sabe que la inclinación α para alcanzar la máxima distancia (x) es de 45º. Ese sería el ángulo óptimo de salida del peso de la mano del lanzador si la bola cayera a la misma altura que se lanza; pero, como la bola cae al suelo, dicho ángulo cambia en función de la altura del lanzador. Un atleta de élite debe saberlo y entrenar sus gestos hasta conseguir ese ángulo óptimo, con ayuda del video y de los estudios biomecánicos.

Actividad 15: Lanzamiento de falta. Deporte: Fútbol.
Nivel: 4.º ESO y Bachillerato. Tipo: Problema.
Contenidos: función cuadrática; parábola; gráfica a partir de una tabla de valores; sistema de ecuaciones.

Se va a lanzar una falta frente a la portería, que está a 17 m. La altura de ésta es de 2,44 m. El objetivo es que el balón entre en la portería rozando el larguero, a la vez que alcanza el vértice de su parábola. ¿Se puede conseguir, sabiendo que la barrera de jugadores del equipo contrario está colocada a 9,15 m. del punto de lanzamiento?

Solución: La ecuación de la parábola es $y = -0{,}00844\, x^2 + 0{,}28706\, x$. Cuando $x = 9{,}15$ entonces $y = 1{,}92$. El balón en esa trayectoria superará la barrera si ésta permanece estática, a no ser que en ella haya un jugador muy alto u otro que de un buen salto.

Actividad 16: Lanzamientos de golf.[13] Deporte: Golf.

Nivel: 4.º ESO. Tipo: Problemas.

Contenidos: razones trigonométricas.

a) Un jugador de golf lanza la pelota desde la posición de salida de un hoyo y alcanza una distancia de 180 m. Pero el golpe ha sido defectuoso y la dirección del tiro de la pelota forma un ángulo de 20º respecto de la línea directa al hoyo. Sabiendo que la dirección del tiro forma un ángulo recto con la del segmento que une la pelota y el hoyo, ¿a qué distancia del hoyo ha quedado su pelota? ¿A qué distancia estaba el hoyo cuando lanzó su golpe?
b) En el siguiente lanzamiento el jugador lanza la pelota desde la posición de salida de un hoyo, pero se equivoca tanto en el ángulo como en la distancia (llega a los 9/10 de la distancia al hoyo) Sabiendo que la dirección del tiro forma un ángulo recto con la que une la pelota con el hoyo, hallar el ángulo que mida la desviación del lanzamiento.

Soluciones: a) 65,51 m y 191,55 m. b) 25º 50'31"

7. Los resultados son números

Los resultados deportivos constituyen un filón de datos donde encontramos números de todo tipo; con frecuencia hay que aproximar y los errores llegan a tener una gran repercusión; hay que decidir en base a criterios estadísticos; etc. Ofrecen muchas ocasiones de análisis y ejercitación numéricos.

Actividad 17: Error en el Récord del Mundo. Deporte: Atletismo.

Nivel: 6.º Primaria y 1.º ESO. Tipo: Ejemplo.

Contenidos: aproximación por redondeo de decimales.

El viernes 12 de mayo de 2006 saltaba la noticia deportiva: en el Gran Premio de la IAAF en Doha (Qatar), el norteamericano Justin Gatlin había batido el Récord del Mundo de 100 m con un tiempo de 9,76 segundos, que mejoraba en una centésima el anterior récord en posesión del jamaicano Asafa Powell con 9,77.

Sin embargo, una semana más tarde, reunida la IAAF (Federación Internacional de Atletismo), tras analizar la documentación aportada por la empresa encargada del cronometraje, revisaba ese resultado, al comprobar que el tiempo registrado por Gatlin era de 9 segundos y 766 milésimas. El redondeo a las centésimas dejaba la marca en 9,77, con lo cual Gatlin había igualado, pero no mejorado, el Récord del Mundo.

[13] Problema tomado del profesor Manuel Hernández Rodríguez.

Actividad 18: El problema del seleccionador. Deporte: Atletismo.
Nivel: 3.º ESO. Tipo: Problema.
Contenidos: medidas de centralización y medidas de dispersión.

El seleccionador nacional de atletismo duda qué corredor seleccionar en los 400 m lisos. Hay dos candidatos, cuyas marcas más recientes han sido éstas:

Corredor A	45" 2	45" 8	45" 2	45" 8
Corredor B	45" 5	45" 4	45" 6	45" 5

¿Qué corredor ofrece por término medio mejores resultados? ¿Cuál ofrece mayor seguridad? Estudia cuál sería la decisión del seleccionador.

Solución: Salvo la moda (poco relevante en este caso), las medidas de centralización son coincidentes. Todas las medidas de dispersión son menores en B, que por lo tanto es el corredor de resultados más seguros.

Actividad 19: Importancia de las milésimas. Deporte: Atletismo.
Nivel: 6.º Primaria y 1.º ESO. Tipo: Ejemplo.
Contenidos: órdenes decimales.

¿Piensas que los decimales, por ejemplo las milésimas, son cosa de poca importancia? Esta noticia te hará cambiar de opinión:

El País, Munich 7 de Agosto de 2002. Campeonato de Europa de Atletismo[14]:

> El francés Baala arrebata a Estévez el oro en los 1.500 m. con una llegada apretadísima hasta para la foto-finish.
>
> La menor de las diferencias se convirtió en la mayor de las frustraciones para Reyes Estévez, 2.º en el 1.500 por dos milésimas de segundo, una minucia infinitesimal que fue revisada una y otra vez por los jueces ante la imposibilidad de concretar el vencedor con la foto-finish. El veredicto se demoró varios minutos en medio de un silencio espeso. En el marcador figuraba el mismo tiempo, 3m 45,25s, para el español y el francés Mehdi Baala. Ambos pasearon las banderas por la pista y hasta se pensó en una doble medalla de oro, algo de lo que apenas hay precedentes. Pero la decisión se remitió a otra que también tuvo lugar en Múnich hace 30 años y por dos milésimas. Fue la célebre victoria del estadounidense David Wottle sobre el ruso Evgeni Arzanov en la final olímpica de los 800 metros. Como entonces, hubo largas deliberaciones y la sensación de que no era posible deshacer el nudo de la foto. Pero hubo un ganador entonces y lo hubo ayer: Baala.

[14] Foto-finish en: http://catedu.es/matematicas_mundo/DEPORTES/deportes_milesimas.htm

Actividad 20: Puntuaciones del golf. Deporte: Golf.
Nivel: 1.º y 2.º ESO. Tipo: Ejemplo.
Contenidos: números enteros negativos.

Hay un deporte donde los resultados de los mejores jugadores se expresan con números negativos: es el golf. Se llama "par" a la cantidad fijada de golpes para embocar la bola en un hoyo. Hay hoyos de par 3, 4 o 5. Por ejemplo: Si hay par 3 y el jugador mete la bola en 2 golpes, su puntuación en ese hoyo es –1; pero si lo consigue en 5 golpes, será +2. Tras el recorrido completo por todos los hoyos del campo, los buenos jugadores habrán conseguido números negativos cuyas sumas, ordenadas en orden creciente darán la clasificación. Los malos jugadores estarán por encima de los pares y tendrán números positivos.

Actividad 21: Puntuaciones del golf.[15] Deporte: Golf.
Nivel: 3.º ESO. Tipo: Problema.
Contenidos: números enteros negativos; sistemas de ecuaciones.

El objetivo del juego del golf es obtener la puntuación más negativa posible. La puntuación obtenida en cada hoyo jugado recibe estos nombres:

doble-bogey	bogey	Par	birdie	eagle	doble-eagle
+2	+1	0	-1	-2	-3

Un jugador, después de jugar 18 hoyos, ha conseguido en cada uno de ellos o bien un doble-eagle o un doble-bogey. Su puntuación total es -24. ¿Cuántos hoyos hizo de cada clase?

Solución: 12 doble-eagles y 6 doble-bogeys.

Actividad 22: Vuelta rápida. Deporte: Automovilismo.
Nivel: 1.º y 2.º ESO. Tipo: Ejercicio.
Contenidos: proporcionalidad inversa; regla de tres.

El récord del Circuito de Jerez lo tiene el alemán Michael Schumacher, que en 2004 con un Ferrari logró dar una vuelta en 75,650 segundos, a una velocidad media de 210,72 km/h. En 2009, Fernando Alonso, al volante de un Renault, cubrió la vuelta más rápida en 78,343 segundos. ¿Cuál fue su velocidad media?

Solución: 203,48 km/h. Es un ejercicio convencional, pero no lo es el manejar datos reales con nombres propios.

8. Clasificaciones

Una vez conocidos los resultados de las competiciones, cuando llega el momento de establecer la clasificación final, los criterios cambian según deportes y se producen situaciones que invitan al

[15] Problema tomado del profesor Pedro Latorre.

estudio numérico. Conocer las repercusiones de adoptar un criterio u otro constituye un buen aprendizaje para que el alumnado no reciba pasivamente las cifras en otros contextos.

Actividad 23: Los puntos de la Liga. Deporte: Fútbol.
Nivel: 6.º Primaria y 1.º ESO. Tipo: Ejercicio.
Contenidos: operaciones aritméticas.

Tradicionalmente, en las ligas de fútbol, cada victoria de un equipo le hacía sumar 2 puntos y cada empate 1 punto. A partir de 1995, con objeto de estimular un juego más ofensivo, se premia la victoria con 3 puntos. Esta norma, ¿cambia la clasificación? Estúdialo con los 8 primeros clasificados de la Liga de primera División 2010-11:

Pos.	Equipos	J	G	E	P	GF	GC	+/–	Pts
1	FC Barcelona	38	30	6	2	95	21	74	**96**
2	Real Madrid	38	29	5	4	102	33	69	**92**
3	Valencia	38	21	8	9	64	44	20	**71**
4	Villarreal	38	18	8	12	54	44	10	**62**
5	Sevilla	38	17	7	14	62	61	1	**58**
6	Athletic Club	38	18	4	16	59	55	4	**58**
7	Atl. Madrid	38	17	7	14	62	53	9	**58**
8	Espanyol	38	15	4	19	46	55	-9	**49**

Solución: Con el sistema antiguo: 1.º FC Barcelona 66; 2.º Real Madrid 63; 3.º Valencia 50; 4.º Villarreal 44; 5.º Sevilla 41; 6.º Atl. Madrid 41; 7.º Athletic Club 40; 8.º Espanyol 34. Sólo habría un cambio entre las posiciones 6 y 7, que están muy igualadas, siendo en esos casos donde más puede afectar el cambio de sistema.

Actividad 24: Ranking NBA. Deporte: Baloncesto.
Nivel: 1.º y 2.º ESO. Tipo: Problema.
Contenidos: porcentajes; su utilidad y adecuación según los casos; lectura comprensiva.

El 18/03/2009, el diario Hoy de Granada publicaba:

> Calderón se asoma a la historia. Al base extremeño le queda un mes de competición para desbancar a Murphy y dejar su huella en la NBA con el mejor registro en porcentaje de tiros libres.
>
> En uno de los múltiples recovecos que ofrece la web de la NBA[16], aparece una especie de enciclopedia con los registros más importantes en la historia de la liga más famosa del mundo. Un extremeño de Villanueva de la Serena puede ser parte de esa mítica lista. José Manuel Calderón se acerca al récord de porcentaje en tiros libres, un récord que ostenta Calvin Murphy desde 1980 con un 95,8%, algo que parecía inalcanzable hasta que llegó nuestro paisano y empezó a meter tantos tiros desde los 4,60 m. que casi bate la marca de Williams de 97 consecutivos. Al final se quedó en 87, quizás impresionado por la bola de nieve mediática que se iba generando conforme se asomaba a la cifra.

[16] http://www.nba.com/history/records/regular_freethrows.html

Calderón ya ha salvado la condición de haber tenido que lanzar al menos 125 tiros para dar validez a su marca, un requisito que sirve para no contabilizar a quienes apenas suman lanzamientos. Estos son los datos de los primeros clasificados en el ránking de lanzamientos libres:

Puesto	Jugador	Tiros libres	Aciertos	%
1	José Calderón	130	127	97,7
2	Ray Allen	223	213	95,5
3	Steve Nash	162	152	93,8
4	Mo Williams	194	181	93,3

Lee con atención la noticia anterior y después responde:

a) ¿Qué significan las siglas NBA? ¿Hay algo similar en España?
b) ¿Qué sentido tiene en el artículo la expresión *"bola de nieve mediática"*?
c) Siendo que Calderón ha encestado 127 tiros libres y que Steve Nash ha encestado 152, ¿por qué está Calderón por delante en la clasificación?
d) Inventa un ejemplo para explicar por qué se exige haber lanzado al menos 125 tiros para entrar en esa estadística.
e) ¿Está totalmente claro que Calderón fuera en ese momento mejor lanzador de tiros libres que Ray Allen?

Actividad 25: Pruebas combinadas. Deporte: Atletismo.

Nivel: 2.º ESO. Tipo: Problema.

Contenidos: búsquedas e interpretación de datos en tablas numéricas.

Los atletas más completos son los de Pruebas Combinadas. En el Decathlon masculino, realizan en dos jornadas y por este orden: 100 m, longitud, peso, altura, 400 m, 110 m vallas, disco, pértiga, jabalina y 1.500 m. En el Heptathlon femenino: 100 m vallas, altura, peso, 200 m, longitud, jabalina y 800 m.

Para hacer la clasificación, teniendo en cuenta las marcas conseguidas en pruebas tan dispares, la IAFF publica unas tablas[17] que puntúan las marcas de cada prueba. Se suman los puntos conseguidos por cada atleta en todas las pruebas y esa suma da la clasificación final.

En el Campeonato de España 2011, celebrado en Málaga, a falta de la carrera de 800 m, las primeras posiciones del Heptathlon femenino estaban así:

1.ª Laura Ginés (Simply Scorpio 71) 4.822 ptos; 2.ª Estefanía Fortes (A.A. Catalunya) 4.765 ptos; 3.ª Grace Clemens (fuera de concurso) 4.516 ptos.

La medalla de oro se iba a decidir entre Laura y Estefanía en un duro 800 m, carrera en la que las dos atletas habitualmente realizan tiempos similares y cercanos a 2 min 24 s. Ambas usaron la tabla IAAF para calcular qué diferencia en tiempo debía conseguir Estefanía sobre Laura para arrebatarle el título. Haz tú también ese cálculo. Saberlo era de máxima importancia para cada atleta, que adaptaría su táctica de carrera a ese dato. Por cierto, aunque Estefanía ganó el 800 m, no lo hizo con la ventaja que necesitaba y Laura se proclamó Campeona de España.

[17] http://www.iaaf.org/mm/Document/Competitions/TechnicalArea/ScoringOutdoor2008_742.pdf

Solución: Para compensar 57 puntos, buscando en la zona de tiempos de 2,24 para 800 m femeninos, vemos que se necesita una diferencia de 4 segundos.

Actividad 26: Sistemas de puntuación. Deporte: Varios.

Nivel: 6.º Primaria y 1.º ESO. Tipo: Problema.

Contenidos: sentido numérico.

¿Cómo valorar a alguien a partir de varios números o calificaciones? Hay varias formas de hacerlo… En clase, si tienes 6 notas de exámenes, lo habitual es que se promedien las 6. En un concurso de salto de longitud con 6 saltos, la marca que finalmente cuenta es la mejor de todos ellos. En un campeonato de Gimnasia Rítmica hay varios jueces que valoran la ejecución de un ejercicio hasta 10 puntos, se prescinde de las puntuaciones mejor y peor y se promedian las restantes.

Analiza y valora en cada uno de los tres casos anteriores por qué el método que se sigue es el más adecuado y qué podría pasar si se puntuaran con los otros métodos.

Actividad 27: Medallero olímpico. Deporte: Varios.

Nivel: 3.º ESO. Tipo: Problema.

Contenidos: números índices; porcentajes; ecuaciones.

Los Juegos Olímpicos, tanto en la Antigüedad como desde su recuperación por el Barón Pierre de Coubertin en 1896, siempre premiaron a los atletas más destacados a título individual. Pero en los últimos años ha tomado gran fuerza una clasificación oficiosa de países según el número de medallas conseguido, como expresión del uso político y nacionalista del deporte. Ahora es común ver en la prensa el medallero por países. Pero, obviamente, todos los países no tienen la misma población ni por lo tanto la misma cantera para obtener deportistas de élite.

Vamos a añadir al número total de medallas conseguido en los últimos Juegos (Pekín 2008) la población de cada país y luego sacaremos conclusiones:

País	Total medallas	Población
Estados Unidos	110	313.085.000
China	100	1.347.565.000
Rusia	72	142.836.000
Reino Unido	47	62.417.000
Australia	46	22.606.000
Alemania	41	82.163.000
Francia	40	63.126.000
Corea del Sur	31	48.391.000
Italia	28	60.789.000
Ucrania	27	45.190.000
Japón	25	126.497.000
Cuba	24	11.254.000

Comparemos Estados Unidos, líder de esta clasificación, con la pequeña Cuba. EE. UU. consigue un número de medallas 5 veces mayor, pero es que su población es casi 28 veces superior. O comparemos Reino Unido y Australia, dos países "empatados" en cuanto a medallas. El empate no es tal si se considera que la población del primer país casi triplica a la del segundo.

a) Te proponemos que elabores algún índice que relacione el número de medallas con la población y que después rehagas el medallero de acuerdo con los valores de ese índice.
b) Sabiendo que en Pekín 2008 participaron 204 países y se entregaron 958 medallas, calcula qué porcentaje de medallas fue acaparado por los 12 primeros países del medallero.
c) Considerando a los países restantes como "Resto del Mundo" y sabiendo que la población mundial se aproxima a los 7.000 millones de habitantes, sitúa al resto del Mundo en el segundo medallero, teniendo en cuenta su población.
d) Ucrania obtuvo dos oros más que platas y triple número de bronces que de plata. ¿Cuántas medallas obtuvo de cada tipo?

Soluciones: a) 1 Cuba; 2 Australia; 3 Reino Unido; 4 Corea del Sur; 5 Francia; 6 Ucrania; 7 Rusia; 8 Alemania; 9 Italia; 10 EE.UU.; 11 Japón; 12 China. b) Ganaron el 60,65% de las medallas. c) El Resto del Mundo ocuparía la posición 11.ª de ese medallero. d) 7 oros; 5 platas; 15 bronces.

Actividad 28: Sprinters naturales. Deporte: Atletismo.

Nivel: 3.º ESO. Tipo: Problema.

Contenidos: proporcionalidad directa; regla de tres.

El "hombre más rápido" según la IAAF (Federación Internacional de Atletismo), poseedor del Récord del Mundo de 100 m es el jamaicano Usain Bolt que en el Campeonato del Mundo de Berlín 2009 consiguió 9,58 s. Pero la velocidad más alta medida a un atleta fue la de Bob Hayes (EE. UU.) en la última posta de un relevo 4 x 100 m, cuando alcanzó los 41,66 km/h. Sin embargo, esto no se pudo considerar como récord de los 100 m porque en esta carrera se sale de parado y el relevo se toma en salida lanzada.

Fuera de los estadios, los antropólogos han registrado una velocidad aún mayor alcanzada por un humano. En 1963, durante una estancia en el Sahara, el explorador francés Jean Claude Armen aseguró haber seguido a un supuesto niño-gacela con un jeep a 54 km/h. A lo largo de la historia se han registrado medio centenar de casos de niños salvajes.

Pero los atletas sólo podrían competir con algunos animales hasta los 200 m. A partir de los 400 m son dos o tres veces más lentos que la mayoría de los mamíferos. Este es el ranking de algunos sprinters en el reino animal:

1.º Guepardo (115 km/h); 2.º Antílope americano (97 km/h); 3.º Caballo 69,6 km/h; 4.º Galgo (67 km/h); 5.º Liebre (64 km/h); 6.º Lobo de Mongolia (58 km/h); 7.º Gorila (48 km/h).

a) Calcula la velocidad (km/h) de Usain Bolt en su récord.
b) Calcula el tiempo de los 100 m. de Bob Hayes en su relevo prodigioso.
c) Transforma el anterior ranking de velocidades de animales en otro ranking de los tiempos de dichos animales en 100 m.

Soluciones: a) 37,578 km/h. b) 8,64 s. c) 1.º Guepardo 3,13 s; 2.º Antílope americano 3,71 s; 3.º Caballo 5,17 s; 4.º Galgo 5,37 s; 5.º Liebre 5,63 s; 6.º Lobo de Mongolia 6,21 s; 7.º Gorila 7,5 s.

Las anteriores actividades no son de alto vuelo matemático, ni lo pretenden. Son actividades para todo el alumnado, aplicables (y en su mayoría ya aplicadas) en clases reales con estudiantes sin seleccionar. Se ofrecen como unos elementos más, entre los muchos posibles, que pueden contribuir a la construcción de una imagen próxima y amena del conocimiento matemático… a través del deporte, como en cualquier otro contexto.

Bibliografía

Barrow, J. (2011) Maths and Sports. *Fora TV* [video en línea]. Recuperado el 31 de agosto de 2011 de http://fora.tv/2010/03/09/Professor_John_Barrow_Math_and_Sports

Gorria, C. (2006). Las Matemáticas en el deporte. *Divulgamat* [en línea]. Recuperado el 31 de agosto de 2011 de http://divulgamat.ehu.es/weborriak/TestuakOnLine/.../PG00-01-gorria.pdf

Web *Matemáticas en tu mundo*: http://catedu.es/matematicas_mundo

Web *Maths and Sport*: *Countdown to the Games*: http://sport.maths.org/content/

José María Sorando Muzás, Catedrático de Matemáticas en el IES Elaios de Zaragoza. Sociedad Aragonesa “Pedro Sánchez Ciruelo” de Profesores de Matemáticas. Temas de interés: didáctica y divulgación. Algunas publicaciones, entre otras: *La ciudad y las matemáticas*, cuaderno del Día Escolar de las Matemáticas 2009. Artículos de la sección de cine *CineMATEca* de la Revista Suma.
Web: http://catedu.es/matematicas_mundo. Email: jmsorando@ono.com